

補助事業番号 2017M-098

補助事業名 平成29年度 微細気泡混入放電表面処理によるアルミニウム合金への局所的硬質膜の形成 補助事業

補助事業者名 工学院大学 機械理工学科 教授 武沢 英樹

1 研究の概要

高硬度材料の精密加工が得意な液中放電加工では、粉末を圧縮成形した圧粉体電極、あるいはそれを仮焼結した電極を用いて鋼材に対して油中で放電加工すれば、電極材料が相手材料表面に移行堆積する放電表面処理が提案され、一部は実用化もなされている(図1参照)。これまでの実績は鋼材への処理が主であり、仕上げ表面粗さが良くない、また被膜材質によっては膜厚が薄いなどの課題がありその利用は十分に広まっていはいない。ここで、軽量化が期待できるAl合金の放電表面処理において、従来法である圧粉体電極あるいは仮焼結体電極を用いる手法に加え、窒化膜の形成を促す窒素微細気泡含有放電表面処理を検討するに至った。微細気泡混入加工液による加工面性状の変化および窒素ガスや各種ガス成分による反応生成物の形成を試みる。

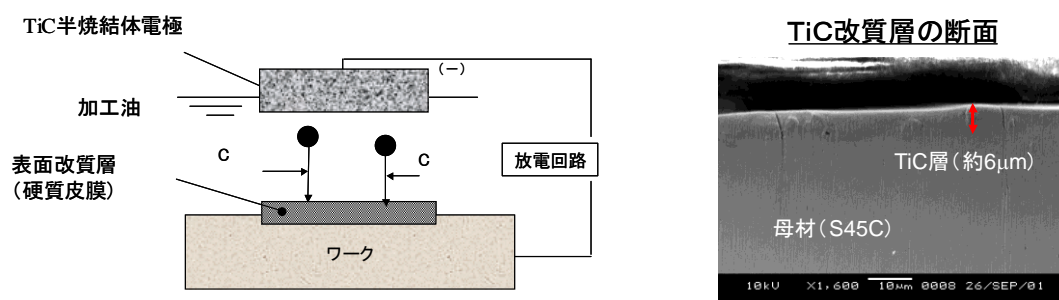


図1 放電表面処理の概要とTiC被膜の断面写真

2 研究の目的と背景

本研究は、Al合金表面の硬質膜形成を液中放電加工により行う技術の確立にある。その際、従来法である圧粉体電極を用いたAl合金への放電表面処理に対して、窒素ガスなどをマイクロバブルとして含有させた加工液による処理の効果を確認し、さらに処理面の面性状の評価を行うものである(図2参照)。放電加工の加工対象として一般的に用いられる鉄鋼材料への微細気泡混入の影響を確認し、比較検討を進める。

本研究の背景として、放電加工が絶縁液中で行われるという背景がある。液中放電加工は電極と工作物が数十ミクロンの間隙で対向しパルス放電が生じることで材料が溶融し、その溶融部を加工液の気化爆発力で飛散させてクレーター(放電痕)が生じ加工が進行する。このとき、加工面の性状は放電痕の重ね合わせで決定されるため、加工液の気化爆発力が大きく影響する。加工液中に微細気泡が含有されると、放電で発生した気泡挙動に変化が生じることが予想され、それに付随して気化爆発力が変化すると推察される。その結果、加工面性状や加工速度に影響があると考えられる。特に、混合ガス気体を各種変化すると、その特性による違いも期待できる。過

去に申請者らが行った単発放電の気泡挙動と放電痕除去量を観察した結果では、気泡挙動と除去量に関係が見出されており、そのような結果も本研究の端緒となっている。



図2 マイクロバブル発生装置と純水へのマイクロバブル混入の有無

3 研究内容

(1) 微細気泡混入放電表面処理によるアルミニウム合金への局所的硬質膜の形成 調査研究
[\(http://www.ns.kogakuin.ac.jp/~wwa1035/\)](http://www.ns.kogakuin.ac.jp/~wwa1035/)

① マイクロバブル混入放電加工における加工条件の違いによる加工特性

マイクロバブルを放電加工用の加工液に混入することで、加工面性状に影響が現れるのでは無いかと考え、荒加工条件および仕上げ加工条件での加工面の詳細な比較を行った。さらに、混入ガスを大気に加え窒素やアルゴン、あるいは酸素(水系加工液のみ)で比較した。その結果、加工面粗さのスキューネス(歪み度)にマイクロバブル混入の効果が確認された(図3参照)。加工液を放電加工油と純水の2種類を用いたが、両者においてバブル混入の効果に差が現れた。これは粘性や比熱等物性値の影響が考えられる。この技術を用いれば、樹脂金型などの仕上げにおいてスキューネスの値を制御することにより、製品の離型性向上が期待できる。

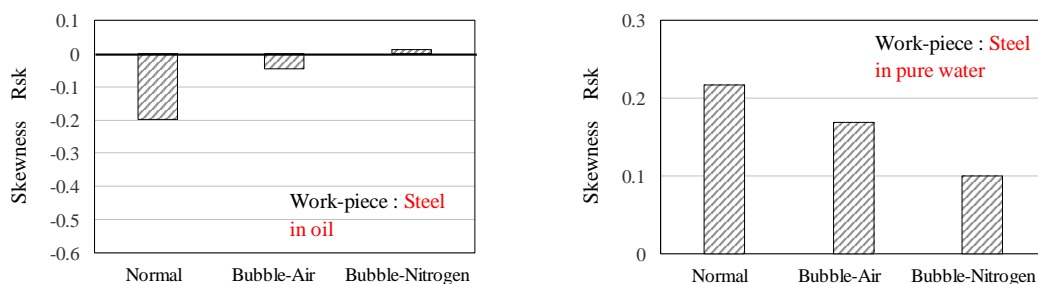


図3 マイクロバブル混入放電加工面のスキューネスの変化(加工油と純水)

② 放電表面処理用仮焼結電極を用いたマイクロバブル混入放電加工

放電加工では、仮焼結体電極を用いて電極材料を相手材料表面に移行堆積させる放電表面処理技術が確立されており、今回、同様の電極を用いた加工にマイクロバブルの混入実験を開始した。バブル混入の有無により加工面に形成される硬質膜にどのような影響が現れるのか、成膜

分析および加工面性状の調査についての実験を行い、処理面の評価を行った。当初、チタン系の電極を用いて窒素マイクロバブルを混入することにより、TiCN系被膜の生成を期待したがX線回折による化合物の同定の結果、窒化物の生成への有為な影響は確認できなかった(図4参照)。加工条件、バブルの導入方法などさらなる検討は必要と考えられるが、一つは放電で発生した気泡中に窒素ガス成分が混入させることが必要ではないかと考えている。

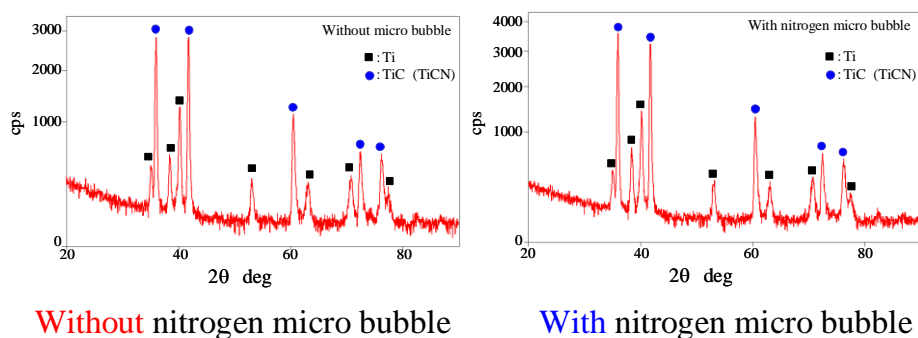


図4 窒素マイクロバブル混入の有無による放電加工面のX線回折結果比較

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

各種ガスを混入させた微細気泡混入放電加工により、硬質膜形成の加工速度あるいは加工面性状の向上などを目的としたが、研究途中の成果として加工面性状のスキューネス値のみを大きく変化させることに注目することができている。油加工液に対して微細気泡を混入し放電加工を行えば、Ra値など一般的な粗さパラメータは含有の有無でほぼ同等であるが、Rsk(スキューネス)値が大きくプラス側に変化する。これにより、金型の離型性が向上することが知られており、抜き勾配の付与など各種手法で検討されてきた離型性向上の対策における解決策の一つとして提案できる。放電加工は、現在でも金型の仕上げ工程の主流であり、その加工においてスキューネス値を制御する手法が確立すれば、金型のライフサイクルの向上など製造業への貢献は大きなものが期待できる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

申請者はこれまで、細線電極を用いた複合的加工法の研究として、微細軸の瞬時成形、局所的堆積加工、細線電極と平板工作物での単発放電における気泡挙動と放電痕除去量の関係など一連の研究を行ってきた。その中で、気泡挙動が放電痕の形成に大きく影響していることを実験的に確認している。現状、溶融部の除去は気泡挙動に大きく依存するため加工速度や加工面粗さは、電流値やパルス幅など放電条件でほぼ決定される。それに対して、加工液中に微細気泡が多数存在すれば、放電で発生した気泡と抱合することで気泡挙動が変化すると考え、放電条件以外のパラメータとして活用できるのではないかと考えた。実際に加工を行ったところ、加工面のスキューネスに微細気泡含有の効果が現れ、金型の離型性向上などが期待できる。この結果からも、液中放電加工における気泡挙動が加工面性状に与える影響は大きいことが確認でき、放電

加工における基礎研究成果として新たな知見を追加することができている。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- ① 林晋吾, 武沢英樹, 微細気泡混入放電加工による面性状の変化と硬質膜形成の効果, 2017年度日本機械学会年次大会, S1340103
- ② Shingo Hayashi, Hideki Takezawa, Change in EDM Surface and Surface Modification with Micro-bubble Mixed EDM Fluid, The 7th International Conference of Asian Society for Precision Engineering and Nanotechnology (ASPEN2017), NTR-P-09
- ③ 林晋吾, 武沢英樹, 微細気泡混入放電加工での各種混合ガスによる加工面性状への効果, 日本機械学関東支部第24期総会, OS0801

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

微細気泡混入放電表面処理によるアルミニウム合金への局所的硬質膜の形成 報告書

(<http://www.ns.kogakuin.ac.jp/~wwa1035/>)

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 工学院大学 先進工学部 機械理工学科 生産工学研究室
(コウガクインダイガク センシンコウガクブ キカイリコウガッカ
セイサンコウガクケンキュウシツ)

住 所： 〒192-0015 八王子市中野町2665-1

申 請 者： 教授 武沢 英樹 (タケザワ ヒデキ)

担 当 部 署： 生産工学研究室 (セイサンコウガクケンキュウシツ)

E - m a i l： htake@cc.kogakuin.ac.jp

U R L： <http://www.ns.kogakuin.ac.jp/~wwa1035/>